

ผลของระดับความเข้มข้นของเอธิฟอนต่อการเร่งการสุกของกล้วยไข่ (*Musa* AA group)

Effect of Ethephon Concentrations on the Ripening of Kluai Khai Banana (*Musa* AA group)

สมปรารถนา นกแดง^{1*} และอรพรรณ พุนทอง¹

Somprattana Nakdaeng^{1*} and Orapan Poontong¹

(Received: 12 November 2025; Revised: 25 December 2025; Accepted: 26 December 2025)

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ศึกษาผลของความเข้มข้นเอธิฟอนต่อการสุกของกล้วยไข่ วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) มี 5 ระดับความเข้มข้น ได้แก่ 0 250 500 750 และ 1,000 ppm จำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 5 ผล บ่มที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน ผลการทดลองพบว่าเอธิฟอนมีผลต่ออัตราการสุก สีเปลือก ค่าความหวาน และการสูญเสียน้ำหนัก โดยกล้วยไข่ที่ได้รับเอธิฟอน 1,000 ppm สุกเร็วที่สุด เปลี่ยนสีครบ 100% ภายใน 3 วัน และให้ค่าความหวานสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญที่ 27.88 °Brix ขณะที่ชุดควบคุมสุกช้าและมีค่าความหวานต่ำกว่า (26.80 °Brix) การสูญเสียน้ำหนักพบว่าสูงสุดในชุดควบคุม (9.54%) และต่ำกว่าเล็กน้อยในระดับ 1,000 ppm (9.02%) โดยไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการวิจัยชี้ว่าเอธิฟอนความเข้มข้นสูงสามารถเร่งการสุกและเพิ่มคุณภาพกล้วยไข่ เหมาะสำหรับกระบวนการบ่มเชิงพาณิชย์

คำสำคัญ: การบ่ม คุณภาพ เอทิลีน กล้วยไข่

Abstract

This study investigated the effects of ethephon concentration on the ripening of *Kluai Khai* bananas using a Completely Randomized Design (CRD) with five concentrations (0, 250, 500, 750, and 1,000 ppm), three replications, and five fruits per replication. Bananas were ripened at room temperature for three days. The results showed that ethephon concentration affected ripening rate, peel color, total soluble solids, and weight loss. Bananas treated with 1,000 ppm ethephon ripened the fastest, reaching 100% ripeness within

¹วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีนครราชสีมา มหาวิทยาลัยนครราชสีมาชนครินทร์ จ. นครราชสีมา 961301

¹Narathiwat College of Agriculture and Technology, Princess of Naradhiwas University, Narathiwat 96130, Thailand

*Corresponding Author: somprattna.1996@icloud.com

three days, and had the highest sweetness (27.88 °Brix), while the control ripened more slowly and had lower sweetness (26.80 °Brix). Weight loss was highest in the control (9.54%) and slightly lower in the 1,000 ppm treatment (9.02%), with no significant differences. Overall, high ethephon concentration effectively accelerated ripening and improved the quality of *Kluai Khai* bananas for commercial ripening.

Keywords: Ripening, Fruit quality, Ethylene, Musa AA group

บทนำ

กล้วยไข่ (*Musa* AA group, cv. *Kluai Khai*) เป็นผลไม้เศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย มีการปลูกแพร่หลายโดยเฉพาะในภาคกลาง เช่น จังหวัดกำแพงเพชรและจังหวัดสุโขทัย ซึ่งถือเป็นแหล่งผลิตที่มีชื่อเสียงและขยายการปลูกไปยังภาคเหนือและภาคใต้ของประเทศ เนื่องจากกล้วยไข่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินร่วนซุย มีการระบายน้ำดี และต้องการแสงแดดเพียงพอ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2561) กล้วยไข่เป็นผลไม้ที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคเนื่องจากมีลักษณะเด่นคือ เนื้อแน่น รสหวาน หอม สีเหลืองทองน่ารับประทาน และมีความคุ้มค่าทางโภชนาการสูง โดยเฉพาะน้ำตาลธรรมชาติและแร่ธาตุจำเป็นต่อร่างกาย (Vu et al., 2025; Phillips et al., 2021) อย่างไรก็ตามปัญหาสำคัญของการจำหน่ายกล้วยไข่ คือการสุกไม่พร้อมกันภายในเครือพบว่า บางส่วนในเครือสุกเร็วเกินไป ในขณะที่บางผลยังไม่สุกเต็มที่ ซึ่งส่งผลให้เกิดความยุ่งยากต่อการเก็บเกี่ยว การขนส่ง และการวางแผนการจำหน่าย ทำให้เกิดการสูญเสียทางเศรษฐกิจและลดคุณภาพของผลผลิต ดังนั้น การเร่งการสุกของกล้วยไข่ให้มีความสม่ำเสมอจึงเป็นแนวทางสำคัญที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตที่สามารถเร่งกระบวนการสุกให้สม่ำเสมอจึงเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะการใช้เอธิฟอน (Ethephon; 2-chloroethyl phosphonic acid) เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่นิยมใช้ในกระบวนการบ่มผลไม้ เนื่องจากสามารถสลายตัวให้เกิดก๊าซเอทิลีน (C_2H_4) ซึ่งเป็นฮอร์โมนธรรมชาติของพืชที่มีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นกระบวนการสุกทำให้ผลไม้ climacteric เช่น กล้วยและมะเขือเทศสุกอย่างสม่ำเสมอ โดยเอธิฟอนจะเปลี่ยนเป็นเอทิลีนภายในเนื้อเยื่อพืช ส่งผลให้สีเปลือกเปลี่ยน น้ำตาลเพิ่มขึ้น และความแน่นของเนื้อลดลงในระยะเวลาที่สั้นกว่าเมื่อเทียบกับการสุกตามธรรมชาติ (Chowdhury et al., 2022; Laryea et al., 2025) โดยมีรายงานว่า การใช้เอธิฟอนในระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมสามารถเร่งการสุกของกล้วยได้อย่างมีประสิทธิภาพ และช่วยให้สีเปลือกเปลี่ยนเป็นเหลืองสม่ำเสมอในระยะเวลาสั้น (Timilsina & Shrestha, 2022; Mahato and Shah, 2025)

จากการศึกษาพบรายงานผลของเอธิฟอนต่อการสุกของกล้วยพันธุ์อื่น เช่น กล้วยน้ำว้าและกล้วยหอมทอง แต่ข้อมูลของกล้วยไข่โดยเฉพาะในด้านระดับความเข้มข้นของเอธิฟอนที่เหมาะสมต่อการสุกอย่างสม่ำเสมอ การเปลี่ยนแปลงความหวาน และการสูญเสียน้ำหนัก ซึ่งเป็นตัวชี้วัดสำคัญสำหรับการบ่มกล้วยไข่เชิงพาณิชย์ยังมีจำกัด ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของระดับความเข้มข้นของเอธิฟอนต่อ

การสุกของกล้วยไข่ เพื่อหาความเข้มข้นที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการบ่มผลผลิตให้สุกอย่างสม่ำเสมอ มีสีและรสชาติเป็นที่ต้องการของตลาด

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาระดับความเข้มข้นของเอธิฟอนที่ดีที่สุดต่อการสุกของกล้วย
2. เพื่อทราบกำหนดเวลาการสุกของกล้วยในระดับความเข้มข้นที่ต่างกันของเอธิฟอนเพื่อกำหนดเวลาออกจำหน่าย

วิธีการวิจัย

1. การวางแผนการทดลอง

การทดลองนี้ดำเนินการเพื่อศึกษาผลของระดับความเข้มข้นของเอธิฟอนต่อการสุกของกล้วยไข่ โดยใช้การออกแบบการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ประกอบด้วย 5 ระดับความเข้มข้นของเอธิฟอน ได้แก่ 0 (T1) 250 (T2) 500 (T3) 750 (T4) และ 1,000 (T5) ppm แต่ละระดับมี 3 ซ้ำ และแต่ละซ้ำใช้กล้วยไข่ 5 ผล โดยกล้วยไข่ที่ใช้ในการทดลองเก็บเกี่ยวที่อายุ 75 วันหลังแทงปลี ซึ่งเป็นระยะที่เหมาะสมต่อการบ่มให้สุกมีสีเหลืองทองสวย รสหวาน และไม่ขี้ง่าย

2. วิธีการดำเนินการทดลอง

กล้วยไข่แต่ละชุดการทดลองถูกแบ่งออกเป็น 5 ทรีตเมนต์ โดยนำสารเอธิฟอนความเข้มข้น 48 AI ป้ายที่ชั่วผลตามระดับความเข้มข้นที่กำหนด จากนั้นบ่มไว้ในที่ อุณหภูมิห้อง 28 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 60 ± 5 % RH โดยวางกล้วยไข่ที่ป้ายแล้วลงในตะกร้าแล้วปิดด้วยผ้าดำจนกระทั่งผลสุกครบ 100 % วิธีการประเมินด้วยสายตา การบ่มทั้งหมดทำในห้องที่มีการถ่ายเทอากาศและไม่มีการปนเปื้อนของก๊าซเอทิลีนจากภายนอก

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การสังเกตและเก็บข้อมูลทำทุกวันจนกว่าผลกล้วยจะสุกทั่วทั้งผล โดยทำการวัดตัวแปรดังนี้

3.1 ค่าน้ำหนักที่สูญเสีย (% Weight loss)

3.2 ค่าความหวานของเนื้อผล (Total soluble solids; °Brix) ทำการเตรียมตัวอย่างกล้วยไข่โดยใช้วิธีการ homogenization ก่อนการวิเคราะห์ด้วย Hand Refractometer

4. การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis)

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองนำมาคำนวณค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากนั้นเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างทรีตเมนต์ โดยใช้วิธี Tukey's HSD เพื่อหาความแตกต่างของระดับความเข้มข้นของเอธิฟอนต่อการสุกของกล้วยไข่

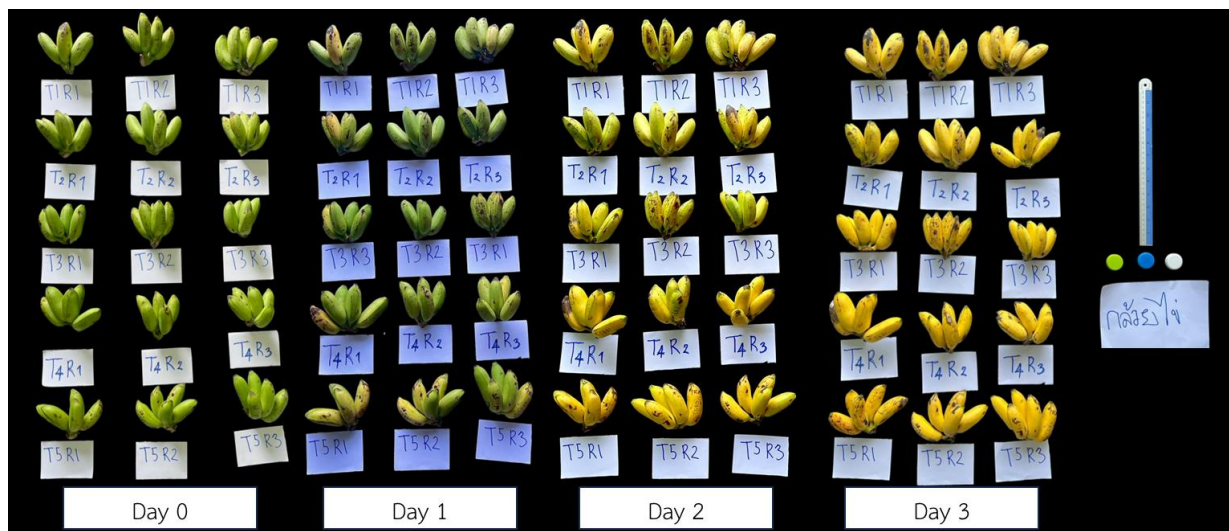
ผลการวิจัย

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การใช้เอธิฟอนในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกันส่งผลต่ออัตราการสุก การสูญเสียน้ำหนัก และค่าความหวานของกล้วยได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยกล้วยที่ไม่ได้รับการป้ายสารเอธิฟอน (0 ppm; T1) มีการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกจากสีเขียวเป็นสีเหลืองช้าที่สุด และยังคงมีสีเขียวหลงเหลืออยู่บริเวณโคนผลแม้หลังจากบ่มครบ 3 วัน ขณะที่กลุ่มที่ได้รับเอธิฟอนในระดับความเข้มข้นสูงขึ้นจะสุกเร็วขึ้นตามลำดับ ซึ่งสามารถสังเกตได้อย่างชัดเจนจากการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกในแต่ละวัน (ภาพที่ 1)

ในวันแรกหลังการป้ายข้าว (Day 1) กล้วยไขในชุดที่ได้รับเอธิฟอน 750 และ 1,000 ppm (T4 และ T5) เริ่มมีการเปลี่ยนสีของเปลือกเป็นสีเหลืองอ่อน โดยเฉพาะชุดความเข้มข้นของเอธิฟอน 1,000 ppm พบการเปลี่ยนสีเด่นชัดทั่วผล ขณะที่ระดับความเข้มข้นของเอธิฟอน 250 และ 500 ppm (T2 และ T3) ยังคงมีสีเขียวเป็นส่วนใหญ่ แต่เริ่มมีจุดสีเหลืองปรากฏบริเวณปลายผลและส่วนกลางของเปลือก ส่วนกลุ่มควบคุม (0 ppm) ยังคงเป็นสีเขียวทั้งหมด

ในวันที่สอง (Day 2) พบว่ากล้วยที่ได้รับเอธิฟอน 1,000 ppm มีการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกเป็นสีเหลืองทองสม่ำเสมอเกือบทั่วผล คิดเป็นประมาณ 90–100% ของพื้นที่ผิว ขณะที่กลุ่ม 750 ppm สุกประมาณ 80–90% ของผล ส่วนกลุ่ม 250 และ 500 ppm มีการเปลี่ยนสีอยู่ที่ 50–70% ของผล และกลุ่มควบคุม (0 ppm) ยังคงมีสีเขียวมากกว่าครึ่งหนึ่งของพื้นที่ผิว แสดงให้เห็นว่าการสุกของผลกล้วยเพิ่มขึ้นตามระดับความเข้มข้นของเอธิฟอน

เมื่อครบสามวันหลังการป้ายข้าว (Day 3) กล้วยทุกชุดการทดลองสุกครบ 100% แต่แตกต่างกันในด้านความเร็วและคุณภาพของผลสุก โดยกลุ่มที่ได้รับเอธิฟอน 1,000 ppm มีการสุกเร็วที่สุด ให้สีเหลืองทองสดรองลงมาคือ 750 ppm ซึ่งสุกใกล้เคียงกัน แต่มีสีเหลืองอ่อนกว่าเล็กน้อย ส่วนระดับ 250 และ 500 ppm สุกช้ากว่าและให้สีเหลืองซีดกว่าชุดความเข้มข้นสูง ในขณะที่กลุ่มควบคุม (0 ppm) สุกช้าที่สุด มีสีเปลือกไม่สม่ำเสมอ และบางผลยังคงมีส่วนสีเขียว (ภาพที่ 1)

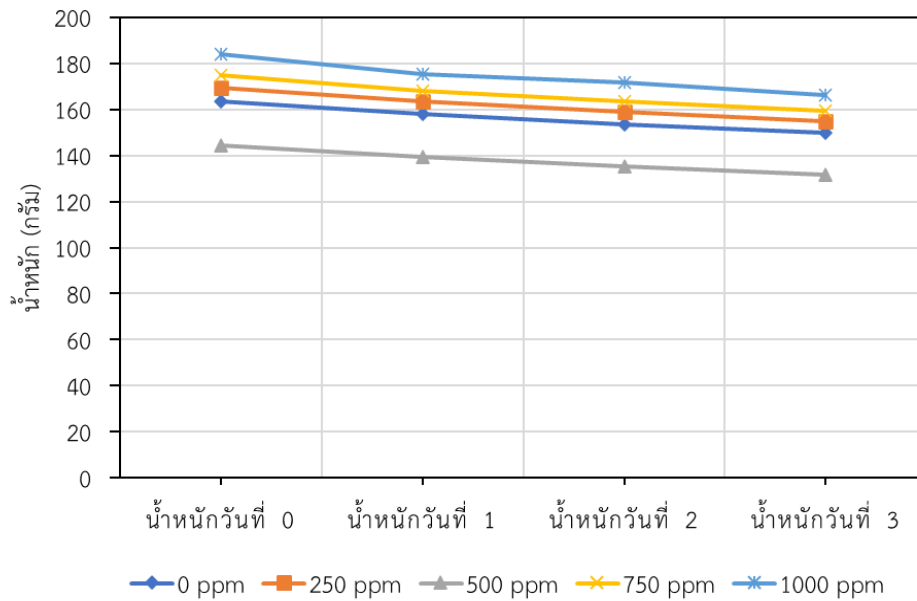


ภาพที่ 1 การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของกล้วยไข่หลังการป้ายข้าวตั้งแต่ Day0 – Day3 (สุก) กำหนดให้ T1-T5 คือ ระดับความเข้มข้นของเอธิฟอนที่ 0 250 500 750 และ 1,000 ppm ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ผลของระดับความเข้มข้นของเอธิฟอนต่อค่าน้ำหนักที่สูญเสียและค่าความหวานของเนื้อผลของกล้วยไข่หลังการบ่ม 3 วัน ที่อุณหภูมิห้อง ($28 \pm 2^\circ\text{C}$)

ระดับความเข้มข้นเอธิฟอน (ppm)	ค่าน้ำหนักที่สูญเสีย (เปอร์เซ็นต์)	ค่าความหวานของเนื้อผล (Total soluble solids; °Brix)
0 (T1)	9.54 ± 1.02^a	26.80 ± 0^b
250 (T2)	8.78 ± 1.29^a	27.20 ± 0^{bc}
500 (T3)	8.34 ± 1.87^a	27.27 ± 0.12^{bc}
750 (T4)	8.82 ± 0.78^a	27.53 ± 0.31^{ab}
1,000 (T5)	9.02 ± 0.82^a	27.87 ± 0.12^a

หมายเหตุ: ค่าเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ ($n = 3$) และตัวอักษรกำกับกับความแตกต่างทางสถิติตามผลการวิเคราะห์ด้วย Tukey's HSD ($p \leq 0.05$)



ภาพที่ 2 กราฟแสดงน้ำหนักของกล้วยไผ่ในวันที่ 0 - วันที่ 3 (สุก) ที่ระดับความเข้มข้นของเอธิฟอนที่ 0 250 500 750 และ 1,000 ppm ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาน้ำหนักของผลกล้วยไผ่ พบว่าผลกล้วยไผ่ในทุกชุดมีน้ำหนักลดลงอย่างต่อเนื่องตลอดช่วงการบ่ม โดยเฉพาะกลุ่มที่ได้รับเอธิฟอนในระดับสูง 750 และ 1,000 ppm มีอัตราการลดลงของน้ำหนักเร็วที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการสุกที่รวดเร็ว อันเป็นผลจากอัตราการหายใจและการคายน้ำที่สูงขึ้นในช่วงการเร่งสุก หลังจากการป้ายด้วยเอธิฟอน ในขณะที่กลุ่มควบคุมมีน้ำหนักลดลงช้าที่สุด (ภาพที่ 2)

จากตารางที่ 1 ค่าน้ำหนักที่สูญเสีย (% Weight loss) พบว่ากล้วยไผ่ที่ได้รับเอธิฟอน 0 ppm มีค่าน้ำหนักที่สูญเสียสูงที่สุดในวันที่ 3 คิดเป็นประมาณ 9.54 % ของน้ำหนักเริ่มต้น รองลงมาคือ 1,000 ppm ที่ 9.02 % 750 ppm 8.82 % 500 ppm 8.34 % และ 250 ppm 8.78 % ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 1) แสดงให้เห็นว่าการสุกที่รวดเร็วสัมพันธ์กับการสูญเสียน้ำหนักที่มากขึ้นเนื่องจากการคายน้ำและกระบวนการเมตาบอลิซึมที่เพิ่มขึ้นในผลไม้

ในส่วนของคุณค่าความหวานของเนื้อผล ($^{\circ}$ Brix) พบว่าทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยชุดการทดลองที่ได้รับเอธิฟอน 1,000 ppm มีค่าความหวานเฉลี่ยสูงสุด ที่ 27.87° Brix รองลงมาคือ 750 ppm 27.53° Brix 500 ppm 27.27° Brix 250 ppm 27.2° Brix และต่ำสุดคือกลุ่มควบคุม 0 ppm 26.80° Brix (ตารางที่ 1) แสดงให้เห็นว่าการใช้เอธิฟอนในระดับความเข้มข้นสูงช่วยเร่งการเปลี่ยนแปลงเป็นน้ำตาลในเนื้อผล ทำให้กล้วยสุกเร็วและมีรสหวานมากขึ้น

อภิปรายผล

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการใช้เอธิฟอนในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกันส่งผลอย่างชัดเจนต่อการเร่งการสุกของกล้วยไข่ ทั้งในด้านการเปลี่ยนสีของเปลือก ค่าความหวาน และการสูญเสียน้ำหนักของผล โดยกล้วยที่ไม่ได้รับเอธิฟอน (0 ppm; T1) มีการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกจากเขียวเป็นเหลืองช้าและยังคงมีสีเขียวหลงเหลือหลังการบ่มครบ 3 วัน ในขณะที่กลุ่มที่ได้รับเอธิฟอนในระดับความเข้มข้นสูงขึ้นมีการสุกเร็วขึ้นตามลำดับ (ภาพที่ 1)

ในวันแรกหลังการป้ายข้าว (Day 1) พบว่ากล้วยไข่ในชุดที่ได้รับเอธิฟอน 750 และ 1,000 ppm (T4 และ T5) เริ่มมีการเปลี่ยนสีของเปลือกเป็นสีเหลืองอ่อน โดยเฉพาะที่ระดับ 1,000 ppm มีการเปลี่ยนแปลงชัดเจนมากที่สุด ขณะที่ระดับ 250 และ 500 ppm (T2 และ T3) ยังมีสีเขียวเป็นส่วนใหญ่แต่เริ่มมีสีเหลืองปรากฏบริเวณปลายผล ส่วนกลุ่มควบคุม (0 ppm) ยังคงเป็นสีเขียวทั้งหมด (ภาพที่ 1) ผลลัพธ์นี้สอดคล้องกับรายงานของ Mahato and Shah (2025) ซึ่งระบุว่า เอทิลีนมีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นการสุกของผลไม้คลิมacteric (Climacteric fruits) โดยทำให้เกิดการสลายคลอโรฟิลล์และการสังเคราะห์รงควัตถุแคโรทีนอยด์ในเปลือกผลไม้

ในวันที่ 2 หลังการป้ายข้าว (Day 2) กล้วยที่ได้รับเอธิฟอน 1,000 ppm มีการเปลี่ยนสีเป็นสีเหลืองทองสม่ำเสมอเกือบทั่วผล (90–100 %) ส่วนกลุ่ม 750 ppm สุกประมาณ 80–90 % ของผล ขณะที่กลุ่ม 250 และ 500 ppm มีการเปลี่ยนสี 50–70 % และกลุ่มควบคุม (0 ppm) ยังคงมีสีเขียวมากกว่าครึ่ง (ภาพที่ 1) ผลนี้สอดคล้องกับ Abeles et al. (1992) ที่รายงานว่า การสลายตัวของเอธิฟอนในเนื้อเยื่อพืชจะปลดปล่อยก๊าซเอทิลีนซึ่งเร่งกระบวนการสุกและเพิ่มอัตราการหายใจของผลไม้ ทำให้การเปลี่ยนสีเกิดขึ้นรวดเร็วขึ้น

เมื่อครบ 3 วัน (Day 3) กล้วยทุกชุดการทดลองสุกครบ 100 % แต่แตกต่างกันในความเร็วและคุณภาพของผล โดยกลุ่มที่ได้รับเอธิฟอน 1,000 ppm สุกเร็วที่สุด ให้สีเหลืองทองสดใส เนื้อผลนุ่ม และมีกลิ่นหอมเด่น รองลงมาคือกลุ่ม 750 ppm ที่สุกใกล้เคียงแต่สีอ่อนกว่าเล็กน้อย ส่วนระดับ 250 และ 500 ppm สุกช้ากว่าและให้สีเหลืองไม่สม่ำเสมอ ขณะที่กลุ่มควบคุม (0 ppm) สุกช้าที่สุด บางผลยังคงมีสีเขียว (ภาพที่ 1) แนวโน้มนี้ใกล้เคียงกับผลการศึกษาของ Timilsina and Shrestha (2022); Mahato and Shah (2025) ซึ่งพบว่าการใช้เอธิฟอน 750–1,000 ppm สามารถเร่งการสุกของกล้วยพันธุ์ ‘Malbhog’ ได้ภายใน 3 วัน และให้สีเหลืองทองสม่ำเสมอ ผลการทดลองแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่า ระดับความเข้มข้นของเอธิฟอนเป็นปัจจัยสำคัญในการเร่งกระบวนการสุกของกล้วยไข่ โดยเฉพาะในด้านการเปลี่ยนแปลงสีเปลือก ค่าความหวาน และอัตราการสูญเสียน้ำหนักของผล ซึ่งล้วนเป็นตัวชี้วัดสำคัญของกระบวนการสุกในผลไม้คลิมacteric (Climacteric fruits) เช่น กล้วย การที่กลุ่มควบคุม (0 ppm) ยังคงมีสีเขียวจำนวนมากหลังบ่มครบ 3 วัน บ่งชี้ว่าผลไม้ยังไม่เข้าสู่ภาวะคลิมactericเต็มรูปแบบเนื่องจากไม่มีแหล่งกระตุ้นสัญญาณเอทิลีนจากภายนอกส่งผลให้กระบวนการสลายคลอโรฟิลล์ (chlorophyll degradation) และการสะสมแคโรทีนอยด์ (carotenoid biosynthesis) เกิดขึ้นอย่างจำกัด เมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของเอธิฟอน จะมีการปลดปล่อยก๊าซเอทิลีนในเนื้อเยื่อพืชสูงขึ้น ส่งผลให้เกิดการกระตุ้นยีนและเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสุก เช่น chlorophyllase polygalacturonase amylase และ invertase ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการเปลี่ยนแปลงสี

ความนุ่ม และค่าความหวานของผลตามลำดับ (Timilsina & Shrestha, 2022; Mahato & Shah, 2025) ซึ่งผลที่ได้จากการทดลองสนับสนุนกลไกนี้อย่างชัดเจน โดยพบว่ากลุ่มที่ได้รับเอธิฟอน 250 และ 500 ppm เริ่มมีการเปลี่ยนสีในระดับปานกลาง แต่ช้ากว่ากลุ่มความเข้มข้นสูง ซึ่งบ่งชี้ให้เห็นว่าปริมาณเอทิลีนที่เกิดขึ้นยังไม่มากพอที่จะเร่งการทำงานของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนสีและการสลายแป้งได้อย่างเต็มที่ ในทางตรงกันข้าม กลุ่มที่ได้รับเอธิฟอน 750 และ 1,000 ppm มีการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกอย่างรวดเร็วตั้งแต่วันแรกหลังการป้ายสาร ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองสนับสนุนกลไกนี้อย่างชัดเจน โดยพบว่ากลุ่มที่ได้รับเอธิฟอนในระดับปานกลาง (250–500 ppm) เริ่มเปลี่ยนสีช้ากว่ากลุ่มความเข้มข้นสูง เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ได้รับเอธิฟอน 750–1000 ppm ซึ่งมีการเปลี่ยนสีอย่างรวดเร็วตั้งแต่วันแรกหลังการป้ายสาร และมีสัดส่วนพื้นที่สีเหลืองมากถึง 80–100 % ภายในวันที่สอง แสดงให้เห็นว่าผลกล้วยไข่เข้าสู่กระบวนการสุกอย่างเต็มที่ อันเป็นผลมาจากระดับเอทิลีนที่ปลดปล่อยได้สูงพอที่จะกระตุ้น respiratory climacteric และเร่งอัตราการหายใจของผล (Laryea et al., 2025; Mahato & Shah, 2025)

ผลจากการพ่นน้ำหนักของผลกล้วยไข่ (ภาพที่ 2) พบว่าน้ำหนักผลลดลงอย่างต่อเนื่องในทุกชุด โดยเฉพาะกลุ่มที่ได้รับเอธิฟอนในระดับสูง (750 และ 1,000 ppm) มีอัตราการลดน้ำหนักเร็วที่สุด ซึ่งสัมพันธ์กับการสุกที่รวดเร็ว เนื่องจากกระบวนการหายใจและคายน้ำของผลไม่เพิ่มขึ้นเมื่อได้รับเอทิลีน ในขณะที่กลุ่มควบคุมมีน้ำหนักลดลงช้าที่สุด ผลนี้ชี้ให้เห็นว่าความเข้มข้นของเอธิฟอนมีผลโดยตรงต่ออัตราการสูญเสียน้ำในระหว่างการบ่ม

ค่าน้ำหนักที่สูญเสีย (% Weight loss) เพิ่มขึ้นตามระดับความเข้มข้นของเอธิฟอน โดยชุด 1,000 ppm มีค่าน้ำหนักที่สูญเสียเฉลี่ยสูงที่สุด รองลงมาคือ 750 500 250 และ 0 ppm ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Laryea et al. (2025) ที่พบว่าผลไม้ที่ได้รับเอธิฟอนในระดับสูงมีการสูญเสียน้ำมากกว่า เนื่องจากอัตราการหายใจและการย่อยสลายสารอาหารภายในผลเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงสุก

ในส่วน of ค่าความหวาน ($^{\circ}$ Brix) พบว่าค่าความหวานเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการบ่มในทุกระดับความเข้มข้นของเอธิฟอน แต่ระดับ 1,000 ppm ให้ค่าความหวานสูงสุด (ประมาณ 27.88° Brix) (ตารางที่ 1) โดย Phillips et al. (2021) ที่ระบุว่าการใช้เอธิฟอนช่วยเร่งการเปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาลในกล้วย เนื่องจากเอทิลีนกระตุ้นกิจกรรมของเอนไซม์อะไมเลสและอินเวอร์เตสในระหว่างการสุก ทำให้ผลไม้มีรสหวานเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

สรุป

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า การใช้เอธิฟอนสามารถเร่งการสุกของกล้วยไข่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยความเข้มข้นของเอธิฟอนมีผลโดยตรงต่อความเร็วและคุณภาพของผลสุกภายในระยะเวลา 3 วัน กล้วยไข่ที่ได้รับเอธิฟอนในระดับ 1,000 ppm แสดงการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกจากเขียวเป็นเหลืองทองเร็วที่สุด ให้ค่าความหวานของเนื้อผลสูงสุด ที่ 27.87° Brix และมีลักษณะผลสุกสีเหลืองทั่วผล รองลงมาคือระดับ 750 ppm ที่ 27.53° Brix ซึ่งให้ผลใกล้เคียงกันแต่สุกช้ากว่าเล็กน้อย ส่วนกลุ่มที่ได้รับเอธิฟอนระดับต่ำกว่าและกลุ่มควบคุมมีการสุกช้าและคุณภาพผลด้อยกว่า

อย่างไรก็ตาม ในการประยุกต์ใช้จริง ควรพิจารณาปัจจัยร่วมอื่น ๆ เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และการถ่ายเทอากาศในห้องบ่ม เนื่องจากมีผลต่ออัตราการสุกและการสูญเสีย น้ำของผลกล้วย การควบคุมปัจจัยเหล่านี้ร่วมกับการใช้เอธิฟอนในระดับที่เหมาะสมจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการบ่ม และลดการสูญเสียคุณภาพของผลผลิตได้อย่างมีนัยสำคัญ

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

จากผลการทดลองพบว่า การใช้เอธิฟอนในระดับความเข้มข้น 1,000 ppm มีประสิทธิภาพสูงสุดในการเร่งการสุกของกล้วยไ้ภายในระยะเวลา 3 วัน โดยให้ผลผลิตที่มีสีเหลืองทองสวย รสหวาน และเนื้อผลนุ่ม จึงแนะนำให้ใช้ความเข้มข้นนี้ในกระบวนการบ่มสำหรับกล้วยไข่ที่เก็บเกี่ยวในระยะ 75–80 วันหลังแทงปลี เพื่อให้ได้คุณภาพผลผลิตที่ดีที่สุด

อย่างไรก็ตาม เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภคและการคงคุณภาพของผลผลิต ควรศึกษาการตกค้างของสารเอธิฟอนในผลกล้วยหลังการบ่ม รวมถึงระยะพักตัวก่อนจำหน่าย เพื่อให้มั่นใจว่าปริมาณเอธิลีนที่เกิดขึ้นอยู่ในระดับปลอดภัย นอกจากนี้ ควรมีการศึกษาต่อยอดเกี่ยวกับผลของเอธิฟอนต่อคุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลกล้วย เช่น ความแน่นเนื้อ ปริมาณกรดอินทรีย์ และการเปลี่ยนแปลงของสารต้านอนุมูลอิสระระหว่างการสุก เพื่อให้ได้ข้อมูลครบถ้วนสำหรับการประยุกต์ใช้ในระดับอุตสาหกรรม

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ในอนาคต อาจขยายการทดลองไปยังพันธุ์กล้วยอื่น ๆ เช่น กล้วยน้ำว้า หรือกล้วยหอมทอง เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของการตอบสนองต่อเอธิฟอน รวมถึงการศึกษการใช้ร่วมกับปัจจัยแวดล้อมอื่น เช่น อุณหภูมิการบ่ม และความชื้นสัมพัทธ์ เพื่อพัฒนาแนวทางการบ่มที่เหมาะสมต่อพันธุ์และสภาพพื้นที่ผลิตต่าง ๆ ทั้งนี้ยังคงต้องเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพเพิ่มเติมที่ในงานวิจัยนี้ยังไม่ได้ทำการเก็บข้อมูล เช่น ความแน่นเนื้อของผลและสีผลที่วัดด้วยอุปกรณ์และเครื่องมือที่แม่นยำยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีราธิวาส มหาวิทยาลัยราธิวาสราชนครินทร์ ที่ให้การอำนวยความสะดวกด้านสถานที่ เครื่องมือ และอุปกรณ์ในการทดลอง ตลอดจนขอขอบคุณ อาจารย์อรพรรณ พูนทอง ที่ให้คำแนะนำในการวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูล รวมถึงนักศึกษาที่มีส่วนร่วมในการเก็บข้อมูลและดูแลการบ่มผลกล้วยไข่ตลอดระยะเวลาการศึกษา

รายการอ้างอิง (References)

- กรมส่งเสริมการเกษตร. (2561). *คู่มือการปลูกกล้วยไข่กำแพงเพชร*. ผู้แต่ง
- Abeles, F. B., Morgan, P. W., & Saltveit, M. E. (1992). *Ethylene in plant biology* (2nd ed.). Academic Press.
- Chowdhury, M. G. F., Khan, M. H., Miaruddin, M., Rahman, M. A., & Sabuz, A. (2022). *Effect of Ethephon on Ripening and Postharvest Quality of Tomato (Solanum Lycopersicum) During Storage*. *Bangladesh Journal of Agricultural Research*, 45(3), 303 – 314. <https://doi.org/10.3329/bjar.v45i3.62952>
- Laryea, D., Supapvanich, S., Pinsiroadom, P., Suwapanich, R., Arsa, S., & Sirison, J. (2025). *Evaluating variety and ethephon effect on banana fruit quality at different ripening stages: A comparative and multivariate approach*. *Journal of Agriculture and Food Research*, 19, 101569. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101569>
- Mahato, B., & Shah, B. (2025). *Effect of different concentrations of Ethephon on ripening and postharvest quality of banana (cv. Malbhog) in Chitwan district, Nepal*. *Archives of Agriculture and Environmental Science*, 10(1), 75 – 80. <https://doi.org/10.26832/24566632.2025.1001011>
- Phillips, L. R., Smith, J., & Roberts, P. (2021). Dietary fiber, starch, and sugars in bananas at different stages of ripeness in the retail market. *PLOS ONE*, 16(7), e0253366. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0253366>
- Timilsina, U., & Shrestha, A. K. (2022). *Effect of different concentration of ethephon on banana (cv. Malbhog) ripening and post-harvest life at laboratory condition*. *Archives of Agriculture and Environmental Science*, 7(1), 20 – 25. <https://doi.org/10.26832/24566632.2022.070104>
- Vu, T. T., Nguyen, H. T., & Tran, Q. A. (2025). Exploring the nutritional composition, physicochemical properties, and biological characteristics of mature banana varieties (Musaceae). *Food Chemistry: X*, 12, 102594. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2025.102594>